ПАРАЗИТОЛОГИЯ, 27, 6, 1993

УДК 576.895.121 : 597.554.3

© 1993

УРОВЕНЬ БЕЛКА У ЦЕСТОД BOTHRIOCEPHALUS ACHEILOGNATHI И ИХ ХОЗЯЕВ — СЕГОЛЕТКОВ КАРПА ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ КОРМЛЕНИИ И ГОЛОДАНИИ РЫБ

Л. Я. Куровская

Исследовано относительное и абсолютное содержание белка во внутренних органах сеголетков карпа, зараженных *Bothriocephalus acheilognathi* после экспериментального голодания и кормления рыб стандартным гранулированным комбикормом, а также в тканях цестод, извлеченных из опытных рыб. Показаны изменения морфофизиологических показателей у зараженных и незараженных рыб при голодании. Изучено влияние количества цестод в кишечнике и степени их развития на уровень содержания белка в тканях ботриоцефалюсов из питавшихся и голодных карпов.

Значительный экономический ущерб прудовым хозяйствам и рыбопромысловым водоемам причиняет ботриоцефалез, возбудителем которого является ленточный червь *Bothriocephalus acheilognathi* Yamaguti, 1934. Плероцеркоиды (личинки) ботриоцефалюсов, а также половозрелые черви развиваются в кишечнике карпа (*Cyprinus carpio* L.). Заражение рыб ботриоцефалюсами приводит к серьезным изменениям в различных органах и тканях, часто служит причиной глубоких нарушений многих жизненноважных функций рыб (Scott, Grizzle, 1979; Zitnan, Hanzelová, 1984; Куровская, 1987, 1989; Niemczuk, 1988). Сами гельминты обладают лабильным обменом веществ в зависимости от экологических условий (Шишова-Касаточкина, Леутская, 1979; Сопрунов, 1982, 1987). Так, у гельминтов наблюдаются как анаэробные, так и аэробные пути обмена, высокая интенсивность углеводного обмена, способность синтезировать ряд аминокислот в условиях осмотического стресса, использование аминокислот хозяина, выделение аммиака как конечного продукта метаболизма аминокислот и белков в обычных условиях и осуществление синтеза менее токсичных веществ (мочевина и др.) в экстремальных условиях.

Важную роль в решении проблемы становления паразито-хозяинных отношений имеет исследование биохимических процессов адаптации гельминтов к условиям существования. Роль белка в энергетическом обмене, питании, специфика его потребления и значение его в процессах жизнедеятельности более детально исследованы у нематод и их хозяев — крыс, овец, рыб (Дрюченко, Шишова-Касаточкина, 1978; Bown e. a., 1984; Frandsen, 1985; Lunn e. a., 1988).

Целью настоящего исследования явилось сравнительное изучение морфофизиологических показателей сеголетков карпа, зараженных и не зараженных цестодами, при кормлении и голодании рыб в экспериментальных условиях. Представляет интерес выяснить степень участия белка в энергетическом обмене незрелых и половозрелых цестод и проследить влияние физиологических факторов на соотношение разных форм аккумуляции и использования энергетических запасов паразитами. Определенное внимание в настоящем сообщении уделено изучению изменения содержания белка у цестод и его связи с физиологическим состоянием хозяина — рыбы. Эти вопросы в литературе обсуждены недостаточно, хотя значение белка в стабилизации системы цестода—рыба является несомненным (Шишова-Касаточкина, Дубовская, 1977; Куровская, 1978; Уралов, 1981).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в осенний период на сеголетках карпа, отловленных в рыбхозе «Нивка» Киевской обл. Карпов содержали в аэрируемой ванне с ежедневной сменой воды при температуре 14—16°. В таких температурных условиях рыба находилась до начала опыта в течение 10 дней и подкормки не получала. Комбикорм рыбам задавали при решении определенных задач. Изучали влияние голодания и кормления стандартным гранулированным комбикормом при оптимальной температуре (18—20°) в лабораторных условиях на морфофизиологические показатели сеголетков карпа, зараженных и не зараженных ботриоцефалюсами. Проводили определение уровня белка в печени и почках исследуемых рыб, а также в теле самих гельминтов. В эксперименте использовали две группы сеголетков карпа (по 75 шт.) с экстенсивностью заражения ботриоцефалюсами 20 %. Одну группу кормили стандартным гранулированным комбикормом (2.5 % от веса тела). Рыбы каждой из групп были помещены в три аэрируемых аквариума (объемом по 40 л) для параллельного проведения вскрытия рыб через 10, 20 и 30 дней экспериментального кормления и голодания карпов. Состав корма следующий (в %): жмых подсолнечный — 21.4; шрот соевый — 20; пшеница и кукуруза — по 22; рыбная мука — 6; мясокостная мука, дрожжи гидролизные, мел — по 4; другие компоненты — карбонат кобальта, окситетрациклин, хлорид натрия. Контролем служили сеголетки карпа, зараженные и не зараженные цестодами, которых исследовали непосредственно перед началом опыта.

Определение общего белка проводили по методу Лоури (Lowry e. a., 1951). Из тканей гельминтов и рыб были приготовлены гомогенаты в физиологическом растворе в соотношении 1 : 100. Содержание белка рассчитывали на 100 мг исследуемых органов или цестод (относительное, мг/100 мг), а также определяли суммарное содержание белка в органах карпов и в теле половозрелых и незрелых ботриоцефалюсов (абсолютное, мг). Для определения зависимости содержания белка в теле цестод от их количества в кишечнике рыб проводили расчет абсолютного содержания белка в теле одной цестоды (мг).

Параллельно со сбором и обработкой проб для определения уровня содержания белка в тканях рыб и цестод проводили тщательный биологический анализ используемого в исследованиях материала. У контрольных и опытных рыб через 10, 20 и 30 дней были рассчитаны средняя длина (l), масса (W), упитанность по Фультону

$$\left(Q = \frac{W \cdot 100}{l^3}\right),$$

абсолютная масса некоторых органов (сердце, селезенка, почки, печень), относительная масса органов (индекс массы органов — отношение массы органа к массе тела рыбы, умноженное на 100, в промилях). Ботриоцефалюсов, извлеченных из кишечника исследуемых рыб, взвешивали и находили их среднюю массу, а также учитывали количество половозрелых и незрелых цестод в кишечнике карпов. У цестод, извлеченных из питавшихся и голодных сеголетков карпа, определяли наличие белка в переднем и заднем отделах тела в те же интервалы эксперимента, что и для рыб.

Статистическую обработку результатов исследований проводили по общепринятой методике (Плохинский, 1980).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Проведено четыре серии исследований. В первой серии изучали морфофизиологические показатели сеголетков карпа, зараженных и не зараженных ботриоцефалюсами, после экспериментального кормления и голодания рыб в течение 10, 20 и 30 дней (табл. 1). Следует отметить значительную гетерогенность исследуемой популяции карпов по морфометрическим показателям, поэтому сравнение данных проводили только между особями рыб, содержавшимися в одном аквариуме. Ботриоцефалюсы обнаружены у карпов, масса и длина которых либо ниже показателей незараженных рыб, либо равны им. Анализ результатов исследований контрольных рыб показал, что у карпов, зараженных ботриоцефалюсами, достоверно ниже масса и длина рыб (на 70.9 и 34.1 %соответственно), абсолютная масса печени, почек и селезенки (на 70, 61.8 и 62.5 %) по сравнению с показателями незараженных карпов ($p<0.01$—0.001). У контрольных зараженных рыб упитанность и относительная масса почек достоверно выше (на 0.4 и 21.3 %) показателей незараженных сеголетков карпа ($p<0.01$). После непродолжительного кормления рыб (10 дней) установлено достоверное уменьшение относительной массы сердца и печени (на 21.6 и 26.1 %) у зараженных рыб по сравнению с незараженными особями ($p<0.05$). Абсолютная масса внутренних органов рыб (сердце, печень, почки), зараженных ботриоцефалюсами, значительно снизилась (на 45.2, 40 и 42.9 %) при голодании карпов на протяжении 20 дней наряду с незараженными рыбами ($p<0.05$—0.01). После кормления рыб гранулированным комбикормом в лабораторных условиях в течение 30 дней отмечено достоверное снижение абсолютной и относительной массы печени (на 22.2 и 30.7 %) у карпов, зараженных ботриоцефалюсами ($p<0.05$). В результате месячного голодания рыб установлено достоверное уменьшение абсолютной массы тела рыбы (на 43.4 %), абсолютной массы почек и селезенки (на 45.5 и 40 %), а также увеличение относительной массы сердца рыб (на 27.1 %), зараженных ботриоцефалюсами, по сравнению с незараженными особями ($p<0.05$—0.001).

Следовательно, при ботриоцефалезе у сеголетков карпа наблюдаются изменения морфофизиологических показателей рыб. У карпов, зараженных цестодами, при экстремальных условиях содержания (голодание 20 и 30 дней) отмечено снижение абсолютной массы рыб и исследуемых внутренних органов по сравнению с незараженными карпами. Известно, что цестоды, питаясь за счет хозяина, растут, развиваются и оказывают неблагоприятное воздействие на самого хозяина. Но при недостаточном питании, а тем более голодании последнего, усугубляется клиническая картина паразитарного заболевания, увеличивается смертность хозяев, а также задерживается развитие паразитов.

Во второй серии экспериментов исследовали содержание белка в печени и почках сеголетков карпа и в тканях ботриоцефалюсов, извлеченных из рыб, после кормления и голодания их в течение 10, 20 и 30 дней (табл. 2, 3). Определение относительного и абсолютного содержания белка в органах карпов показало, что уровень содержания белка зависит от длительности кормления и голодания рыб, а также от наличия или отсутствия ботриоцефалюсов в них. У контрольных зараженных рыб абсолютное содержание белка в почках и печени достоверно ниже (на 58.8 и 68.4 %) по сравнению с показателями

Таблица 1

Морфофизиологические показатели сеголетков карпа, зараженных и не зараженных ботриоцефалюсами, при экспериментальном кормлении и голодании

Morphophisiological characters of carps of age 0+ infected with bothriocephalus and noninfected in cases of experimental feeding and starvation

Группа рыб	Масса, г	Длина, см	Упитанность, г % · см$^{-3}$	Абсолютная масса органов, мг				Относительная масса органов, ‰			
				печень	почки	селезенка	сердце	печень	почки	селезенка	сердце
Контроль											
не зараженные (I) (*n* 6)	18.9±3.6*	8.8±0.7*	2.6±0.02*	1100±220*	340±60*	160±30*	×	103.1±46.7	18.8±1.2*	9.1±0.7	×
зараженные (II) (*n* 11)	5.5±0.6*	5.8±0.2*	2.72±0.03*	330±30*	130±20*	60±10*	×	60.9±2.9	23.9±1.3*	9.7±1.3	×
10 дней кормления											
I (*n* 17)	15.7±1.5	8.2±0.3	2.76±0.05	810±70	190±20	180±20	56±6	53.3±2.7*	12.5±1	12.3±1.3	3.7±0.2*
II (*n* 8)	18.1±3.3	8.5±0.6	2.69±0.08	670±130	220±50	180±30	48±7	39.4±4.4*	11.2±1.8	12±2.5	2.9±0.3*
10 дней голодания											
I (*n* 20)	9.7±1.1	7±0.2	2.73±0.1	400±40	130±20	150±20	27±3	43.3±2.2	14.3±1.3	16.6±1.1	2.9±0.2
II (*n* 6)	7.8±1	6.6±0.3	2.76±0.08	290±50	140±30	120±20	23±2	35.7±3.6	17.2±2.9	15.6±3.6	2.9±0.2
20 дней кормления											
I (*n* 21)	14.8±1.4	8.2±0.2	2.53±0.03	590±50	220±20	200±20	47±4	41.4±1.5	16.6±1.5	12.9±1.9	3.4±0.2
II (*n* 1)	11.1	7.4	2.75	550	150	140	41	49.8	13.7	12.6	3.7
20 дней голодания											
I (*n* 7)	8.5±1.8	6.9±0.5	2.37±0.06	250±40*	140±20*	50±10	31±3*	30.6±2.2	18.1±1.1	7.1±1.1	4.1±0.4
II (*n* 2)	4.7±0.1	5.9±0.05	2.36±0.01	150±0*	80±20*	30±10	17±3*	31.6±0.7	17.1±3.6	5.3±0.8	3.5±0.5
30 дней кормления											
I (*n* 15)	14.2±1.4	7.9±0.3	2.69±0.04	720±70*	210±20	150±20	42±3	52.2±3.1*	15.9±1.5	11.8±1.8	3.4±0.4
II (*n* 6)	15.4±2.6	8.2±2.1	2.79±0.31	560±130*	210±20	120±20	41±6	36.2±5.4*	15.2±2.7	8.5±1.5	2.8±0.3
30 дней голодания											
I (*n* 11)	12.9±1.9*	7.6±0.5	2.77±0.11	10±90	220±20*	150±20*	43±6	58±3.3	20.9±3.6	14.3±2.2	3.5±0.3*
II (*n* 9)	7.3±1.8*	6.4±0.4	2.51±0.09	370±110	120±10*	90±20*	31±5	48.7±3.8	20.9±3.4	13.8±1.3	4.8±0.5*

Примечание. * — различия между зараженными и незараженными рыбами достоверны; × — определение не проводили.

Таблица 2

Содержание белка в органах сеголетков карпа при экспериментальном кормлении и голодании

Content of protein in organs of carps of age 0+ in cases of experimental feeding and starvation

Группы рыб	Абсолютное содержание белка, мг		Относительное содержание белка, мг/100 мг	
	печень	почки	печень	почки
Контроль				
незараженные (I)	43±11.2*	11.5±2.6*	3.9±0.4	3.6±0.3
зараженные (II)	13.6±1.4*	4.9±0.7*	4.3±0.2	3.8±0.2
10 дней кормления				
I	38.8±5.5	10.7±2.8	4.6±0.4	5±0.5
II	49.8±15.8	13.8±4.5	6±0.8	7.1±1
10 дней голодания				
I	31.8±5.4*	12.3±2.1	7.6±0.8	9.7±1.9*
II	15.4±3.7*	6.9±2.1	6.1±1.1	5.3±0.9*
20 дней кормления				
I	29.2±4.5	9.4±1.4	5±0.2	4.7±0.3
II	23.3	6.7	4.2	4.4
20 дней голодания				
I	13.2±2.3	8±4.2	5.3±0.5	6.5±0.4
II	8.9±2	4.4±0.4	5.9±1.3	5.8±1.8
30 дней кормления				
I	39.5±6.3	12.8±1.7	6.2±0.4	7.1±1.1
II	29.6±6.2	12.7±1.8	6.6±0.2	6.8±0.6
30 дней голодания				
I	43.3±5.1*	17.2±2*	8.3±0.6	7.7±1
II	22±3.1*	8.2±0.9*	10.5±2.3	7.5±0.9

Примечание. Здесь и далее; * различия между контрольными и опытными данными достоверны.

Таблица 3

Содержание белка в тканях ботриоцефалюсов, извлеченных из рыб, при экспериментальном кормлении и голодании

Content of protein in tissue of bothriocephalus taken out of fishes in cases of experimental feeding and starvation

Группа рыб	Количество цестод, экз.		Абсолютное содержание белка, мг		Относительное содержание белка, мг/100 мг	
	половозрелые	незрелые	половозрелые	незрелые	половозрелые	незрелые
Контроль	10	5	6.3±1.2	1.9±0.3*	6.7±0.4*	8.5±2.1
10 дней кормления	6	3	6.8±1.3	0.6±0.2*	5.2±1	5.1±2.1
10 » голодания	5	2	8.2±2.3	0.5±0.1*	6.2±0.9	11.4±6.5
20 » кормления	1	1	12.8	1.1	5.4	18.6
20 » голодания	2	0	5.8±1.2	×	7.4±2.8	×
30 » кормления	5	3	14±4.5	3.7±0.6*	7±0.7	14.7±4.5
30 » голодания	3	1	7.8±1.8	0.3	15.6±3.8*	12.6

незараженных особей ($p<0.05$). После 10-дневного голодания зараженных карпов отмечено снижение относительного уровня белка в почках (на 45.4 %) и абсолютного его содержания в печени рыб (на 51.8 %, $p<0.05$). Высокий уровень достоверности различий абсолютных показателей белка в печени и почках между зараженными карпами (снижение на 49.2 и 52.3 %) установлен при голодании рыб в течение 30 дней ($p<0.01$—0.001). По-видимому, процессы синтеза белка замедляются в почках и печени зараженных ботриоцефалюсами сеголетков карпа при голодании их в течение 10 и 30 дней. Известно, что у незараженных рыб скорость синтеза белка (доля тканевых белков, синтезируемых за единицу времени, к общему количеству белка в ткани) в висцеральных тканях (печени, пищеварительном тракте) в 10—20 раз выше, чем в мышцах или в жабрах (Fauconneau, 1983). Тем существеннее вред, наносимый ботриоцефалюсами сеголеткам карпа, находящимся в экстремальных условиях. Следует отметить, что значительная потребность в белке, превышающая потребность высших наземных позвоночных в 2—3 раза, является характерной чертой физиологии рыб (Cowey, 1980). Высокое содержание белка в организме рыб взаимообусловлено интенсивным постэмбриональным белковым ростом, а также использованием значительной доли белка не только на пластические, но и на энергетические цели (Остроумова, 1982). При голодании рыб, зараженных ботриоцефалюсами, наблюдается нарушение белкового синтеза в организме сеголетков карпа и, как следствие, снижение абсолютной массы рыбы и ряда внутренних органов.

Относительный уровень содержания белка в тканях половозрелых ботриоцефалюсов, извлеченных из кишечников сеголетков карпа, которые голодали 30 дней, в 2.3 раза выше (на 57.1 %) показателей белка у цестод, извлеченных из контрольных рыб ($p<0.05$; см. табл. 3). Абсолютный уровень белка у этих цестод не изменился. Известно, что в результате голодания хозяина, ботриоцефалюсы теряют большое количество углеводов и соответственно относительный уровень белка повышается (Стражник, 1981, 1987). Абсолютный уровень белка достоверно изменился в тканях незрелых цестод в зависимости от питания и голодания их хозяев в отличие от половозрелых ботриоцефалюсов, где такие изменения не обнаружены. Так, при 10-дневном питании и голодании зараженных рыб наблюдалось достоверное снижение (на 68.4 и 73.7 %) абсолютного уровня белка в тканях молодых ботриоцефалюсов наряду с контрольными цестодами ($p<0.05$—0.01). После длительного кормления рыб, зараженных паразитами, (30 дней) абсолютное содержание белка в тканях незрелых ботриоцефалюсов выше в 1.9 раза (на 48.6 %) по сравнению с данными, полученными у цестод из контрольных рыб ($p<0.05$).

В третьей серии опытов исследовали взаимосвязь между абсолютным содержанием белка в тканях цестод и их количеством в кишечнике карпов при голодании и кормлении рыб. В предварительных исследованиях на ботриоцефалюсах отмечено, что уровень белка в тканях цестод зависит от их количества в кишечнике рыб и диеты последних. Содержание белка в тканях ботриоцефалюсов уменьшалось с увеличением их количества в кишечнике хозяина. Уровень белка в тканях незрелых гельминтов всегда выше его уровня в тканях половозрелых паразитов независимо от количества цестод в кишечнике рыб (Куровская, 1978, 1989). В нашем эксперименте у цестод от контрольных, питавшихся и голодных рыб с увеличением количества ботриоцефалюсов в кишечнике карпов отмечено снижение содержания белка в их тканях (рис. 1). У контрольных рыб количество паразитов в кишечнике составило 1—4 экз. Содержание белка в тканях ботриоцефалюсов снизилось от 4.8 до 1.2 мг с увеличением их количества в кишечнике карпов (кривая *1*). В кишечнике питавшихся рыб отмечено 1—8 экз. цестод. При $n=1$—5 экз. в тканях гельминтов наблюдалось снижение уровня белка от 4.4 до 1.1 мг (кривая *2*). Содержание белка у цестод от питавшихся рыб при минимальном их количестве (1—2 экз.) ниже, чем от контрольных рыб, а при $n=3$—4 экз. содержание белка у червей из опытных рыб повысилось по сравнению с контролем: при $n=3$ экз. до 3 против 1.8 мг; при $n=4$ экз. до 2.5 против 1.2 мг. При наличии 6 экз. цестод в кишечнике рыб отмечено незначительное увеличение содержания белка в тканях ботриоцефалюсов (до 1.7 мг), затем уровень белка снизился до 0.9 мг при $n=8$ (кривая *2*).

Содержание белка в тканях ботриоцефалюсов, извлеченных из рыб, которых не кормили, уменьшилось по мере увеличения количества паразитов в кишечнике рыб (от 4.8 до 1.3 мг), как и у цестод от контрольных и питавшихся животных (кривая *3*). На кривой отмечен подъем уровня белка в тканях

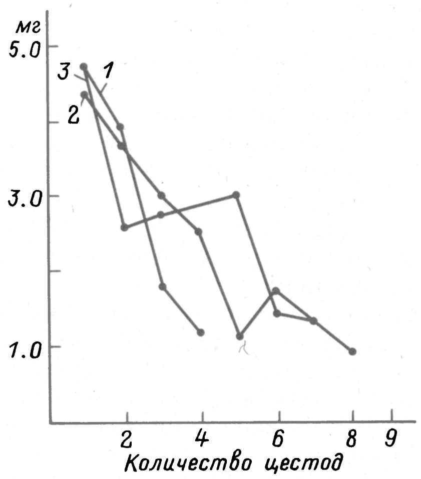

Рис. 1. Абсолютное содержание белка в тканях ботриоцефалюсов в зависимости от их количества в кишечнике сеголетков карпа при экспериментальном кормлении и голодании.

1 — контроль; *2* — цестоды от питавшихся рыб; *3* — цестоды от голодных рыб.

Fig. 1. Absolute content of protein in tissue of bothriocephalus in dependance upon their number in intestines of carps of age 0+ in cases of experimental feeding and starvation.

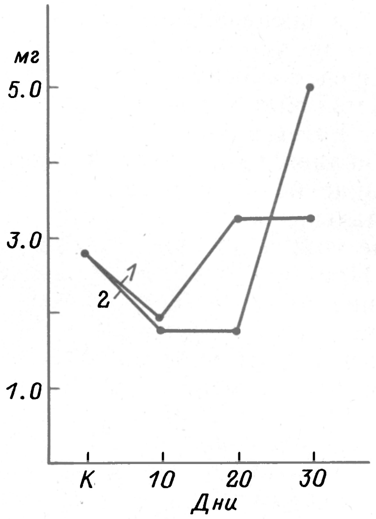

Рис. 2. Абсолютное содержание белка в тканях ботриоцефалюсов в зависимости от времени кормления и голодания сеголетков карпа.

1 — цестоды от питавшихся рыб; *2* — цестоды от голодных рыб.

Fig. 2. Absolute content of protein in tissue of bothriocephalus in dependance upon the time period of feeding and starvation of carps of age 0+.

ботриоцефалюсов при *n*=3—5 экз. (2.8—3 мг), а при *n*=6—7 экз. у цестод наблюдалось снижение содержания белка. Приведенные выше данные говорят о том, что ни голодание, ни кормление рыб, зараженных ботриоцефалюсами, не изменяет динамику содержания белка в тканях цестод в зависимости от их количества в кишечнике карпов.

Результаты третьей серии экспериментов свидетельствуют о различном абсолютном содержании белка в тканях ботриоцефалюсов, извлеченных из питавшихся и голодных рыб, в зависимости от времени воздействия физиологической нагрузки (рис. 2). За 10 дней кормления и голодания карпов отмечено снижение уровня белка в тканях гельминтов по сравнению с контрольными цестодами (1.9±0.5 и 1.8±0.4 против 2.8±0.7 мг). У ботриоцефалюсов от рыб, получавших корм в течение 20 дней, наблюдалось увеличение содержания белка, уровень которого сохранился и через 30 дней проведения эксперимента (3.2± 0.3 мг). В тканях ботриоцефалюсов, извлеченных из рыб, которые голодали 20 дней, установлено незначительное снижение содержания белка по сравнению с показателями у цестод из рыб, голодавших 10 дней (1.7+0.5 против 1.8± 0.4 мг). После 30 дней голодания карпов обнаружено увеличение содержания белка в тканях ботриоцефалюсов (5±1.7 мг), однако достоверных различий в содержании белка между цестодами из контрольных и опытных рыб не найдено.

В четвертой серии исследований у ботриоцефалюсов, извлеченных из опытных карпов, изучали влияние кормления и голодания на изменение относительного содержания белка в переднем отделе цестоды, включающем сколекс, шейку и зону роста с формирующимися гонадами, и остальной части стробилы или заднем отделе ботриоцефалюсов с полностью сформированными гонадами, содержащими зрелые яйца (табл. 4).

Таблица 4

Относительное содержание белка (мг/100 мг) в разных частях тела ботриоцефалюсов, извлеченных из сеголетков карпа, при экспериментальном кормлении и голодании

Relative content of protein (mg/100 mg) in different regions of body of bothriocephalus taken out of carps of age 0+ in cases of experoimental feeding and starvation

Группа рыб	Ботриоцефалюс	
	передний отдел	задний отдел
10 дней кормления	7.6±0.9*	6.6±0.7*
10 » голодания	9±0.7*	7.2±0.4*
20 » кормления	12.1±0.6*	11.5±1.4*
20 » голодания	25.2±1.7*	20.6±1.3*

Содержание белка в переднем отделе по сравнению с задним отделом цестод, извлеченных из питавшихся карпов в течение 10 и 20 дней, достоверно не различались, но уровень белка в переднем отделе гельминта все же выше, чем в заднем (на 13.2 и 5 %). У цестод из рыб, голодавших тот же промежуток времени, установлено достоверное снижение уровня белка (на 20.0 и 18.3 %) от переднего к заднему отделам тела ботриоцефалюсов ($p<0.05$). Содержание белка в исследуемых участках тела цестод, извлеченных из карпов, которые получали корм в течение 20 дней, достоверно выше показателей цестод из рыб, питавшихся в течение 10 дней (на 37.2 и 42.6 %, $p<0.05$—0.01). Уровень достоверности различий в содержании белка в разных отделах тела был еще выше у цестод из рыб, не получавших корма в те же сроки (в переднем отделе — на 64.3, в заднем — на 65 %, $p<0.001$).

Уровень белка в тканях ботриоцефалюсов из карпов, которые голодали в течение 10 дней, достоверно не отличался от показателей цестод, из рыб, питавшихся такое же время. Содержание белка в этом случае в переднем отделе ботриоцефалюсов выше на 16.6 %, в остальной части стробилы — на 8.3 %. С увеличением времени кормления и голодания рыб (20 дней) выявлены достоверные различия в содержании белка в исследуемых частях тела гельминтов по сравнению с 10-дневным сроком.

В переднем отделе цестоды уровень белка увеличился на 52, в заднем — на 44.2 % ($p<0.001$). Полученные данные согласуются с результатами второй серии экспериментов, показавшей, что при длительном голодании карпов, зараженных ботриоцефалюсами, относительное содержание белка в тканях цестод выше, чем у паразитов, извлеченных из питавшихся рыб (на 65.1 %). Известно, что основным структурным компонентом клетки являются специфические для данного вида белки, которые непрерывно обновляются. В то время как углеводы могут откладываться в виде гликогена, а жир — в виде триацилглицеринов в разных тканях, у животных нет такой структуры или органа, в котором поступающий в процессе питания белок мог бы запасаться в больших количествах. Лабильный белок количественно изменяется в зависимости от состояния азотистого баланса организма (Хоар и др., 1983).

Относительный уровень белка в тканях цестод зависит от их возраста, у незрелых гельминтов содержание белка выше, чем у половозрелых особей. Существование градиента содержания белка вдоль тела ботриоцефалюсов связано с функциональными различиями участков цестод: передний отдел (сколекс, шейка и зона роста) — прикрепление, рост и формирование гонад, задний отдел — питание и накопление половых продуктов.

Нассет (Nasset, 1964), Шишова-Касаточкина (1969) и другие показали, что при отсутствии белкового компонента в диете животного в полости желудочно-кишечного тракта выделяется значительное количество эндогенного белка, за счет которого сохраняется постоянное качественное и количественное соотношение аминокислот. У ботриоцефалюсов, голодавших вместе с рыбой, белковый синтез осуществлялся за счет запасов хозяина. Присутствие цестод в кишечнике хозяина может оказывать отрицательное влияние на утилизацию аминокислот в организме рыбы (Шишова-Касаточкина, Леутская, 1979; Гурьянова, 1987). Выживание ботриоцефалюсов в организме карпа при экстремальных условиях, каким является голодание, в значительной мере обусловлено адаптационными процессами белкового обмена как самого паразита, так и его хозяина.

Список литературы

Гурьянова С. Д. Влияние гельминтов на аминокислотный и липидный статус пресноводных рыб // Тез. докл. I Симпоз. по экол. биохимии рыб. Ярославль, 1987. С. 17—18.

Дрюченко Е. А., Шишова-Касаточкина О. А. Роль белкового обмена нематод в адаптированности их к паразитированию // Тр. Гельминтол. лаб. АН СССР. 1978. Т. 28. С. 92—104.

Куровская Л. Я. Изучение трофических связей лентецов и рыб и влияние на них ряда антгельминтиков: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Киев, 1978. 18 с.

Куровская Л. Я. Изменение морфофизиологических и биохимических показателей у двухлеток белого амура при инвазии гельминтами // Гидробиол. журн. 1987. Т. 23, № 3. С. 47—51.

Куровская Л. Я. Морфометрические и биохимические показатели сеголетков карпа при смешанных инвазиях /// Рыб. х-во. Киев. 1989. Вып. 43. С. 55—60.

Остроумова И. Н. Эколого-физиологические основы высокой потребности рыб в белке и пути ее удовлетворения в рыбоводстве // Тез. докл. V Всесоюз. конф. по экол. физиологии и биохимии рыб. 1982. Т. 1. С. 121—123.

Плохинский Н. А. Алгоритмы биометрии. М.: Изд-во МГУ, 1980. 150 с.

Сопрунов Ф. Ф. Биохимические аспекты возникновения паразитизма у червей // Паразиты и паразитозы человека и животных. Киев: Наук. думка, 1982. С. 47—56.

Сопрунов Ф. Ф. Молекулярные основы паразитизма. М.: Наука, 1987. 224 с.

Стражник Л. В. Значение углеводов в жизнедеятельности цестод. Киев, 1981. 16 с. — Рукопись деп. в ВИНИТИ, № 4875-81.

Стражник Л. В. Некоторые аспекты паразито-хозяинных отношений при цестодозах пресноводных рыб // Паразиты и другие симбионты водных беспозвоночных и рыб. Киев: Наук. думка, 1987. С. 92—95.

Уралов М. У. Определение общего азота и белка некоторых гельминтов и их хозяев // Некоторые исследования по вопросам биологии растений. Самарканд, 1981. С. 68—74.

Хоар У., Рендолл Д., Бретт Д. Биоэнергетика и рост рыб. М.: Легк. и пищ. промыш., 1983. 407 с.

Шишова-Касаточкина О. А. Роль эндогенного азота в процессе утилизации белка в организме // Проблемы парентериального питания. Рига: Зинатне, 1969. С. 43—54.

Шишова-Касаточкина О. А., Дубовская А. Я. Некоторые стороны белкового обмена у цестод — паразитов позвоночных различных классов // Тр. Гельминтол. лаб. АН СССР. 1977. Т. 27. С. 211—221.

Шишова-Касаточкина О. А., Леутская З. К. Биохимические аспекты взаимоотношений гельминта и хозяина. М.: Наука, 1979. 278 с.

Bown M. D., Poppi D. P., Sykes A. R. The effect of a mixed nematode infection on the site of plasma protein absorption in the small intestine // Can. J. Anim. Sci. 1984. Vol. 64. P. 197—198.

Cowey C. B. Protein metabolism in fish // Protein Deposition Anim. Proc. 29th Univ. Nottingham East. Sch. Agr. Sci. London e. a. 1980. P. 271—288.

Fauconneau B. La biosynthese des proteines chez les poisons // Ichtyophysiol. acta. 1983. N 7. P. 34—53.

Frandsen J. C. Effects of restrictions in dietary protein and vitamin A on the responses of rats to infections by Nippostrongylus brasiliensis (Nematoda) and N. brasiliensis plus Eimeria nieschulzi (Coccidia) // Int. J. Parasitol. 1985. Vol. 15, N 5. P. 523—528.

Lowry O. H., Rosebrough N. J., Farr A. L., Randall R. J. Protein measurement with the Folin phenol reagent // J. Biol. Chem. 1951. Vol. 193, N 2. P. 265—275.

Lunn P. G., Northrop C. A., Wainwricht M. Hypoalbuminemia in energy — malnourished rats infected with Nippostrongylus brasiliensis (Nematoda) // J. Nutr. 1988. Vol. 118, N 1. P. 121—127.

Nasset E. S. The nutritional significance of endogenous nitrogen secretion in nonruminants //

The Role of the Gastrointestinal Tract in Protein Metabolism. Ed. H. N. Munro. 1964. P. 83—96.
Niemczuk W. Najczesciej wystepujace tasiemczyce in ich wplyw na organizm Karpia // Gosp. ryb. 1988. Vol. 40, N 10. P. 11—13.
Scott A. L., Grizzle J. M. Pathology of cyprinid fishes caused by Bothriocephalus gowkongensis Yeh, 1955 (Cestoda: Pseudophyllidea) // J. Fish Dis. 1979. Vol. 2, N 1. P. 69—73.
Zitnan R., Hanzelová V. Negative effects of Bothriocephalosis on weight gains in carps // Folia Vet. 1984. Vol. 26, N 1—2. P. 173—181.

Институт зоологии им. И. И. Шмальгаузена АН,
Киев, Украина

Поступила 29.04.1993

A RATE OF PROTEIN IN THE CESTODE BOTHRIOCEPHALUS ACHEILOGNATHI AND IN THEIR HOSTS, CARPS OF THE AGE «0+», IN CONDITIONS OF EXPERIMENTAL FEEDING AND STARVATION

L. Ya. Kurovskaya

Key words: Bothriocephalus acheilognathi, Cestoda, protein, starvation.

SUMMARY

Experiments were carried out on carps of the age 0+ captured in the Kiev region (fish farm «Nivka»). Morpho-phisiological characters in fishes infected with the cestode *Bothriocephalus acheilognathi* differ from ones of noninfected fishes both in conditions of starvation and of feeding by standard granular combine food. The reliable decrease of absolute mass of the body and some internal organs in fishes was stated in case of starvation during 20 and 30 dayes. The reliable decrease of absolute and relative content of protein in a liver and a kidney of infected fishes, which starvated 10 and 20 dayes, was observed. During all time of experiments (30 dayes of feeding and starvation) the relative content of protein in immature *B. acheilognathi* taken out of carps, which starvated during 30 dayes, was higher than in adult cestodes. The high rate of relative content of protein was observed in adult cestodes taken from carps, which starvated during 30 days, and the high rate of absolute content of protein was observed in all ages of cestodes, which fed together with fishes during 30 days. A starvation and a feeding of carps infected with bothriocephalus do not change the dynamics of protein rate in cestode tissue in dependance of their number in intestines. The relative content of protein in anterior region of the bothriocephalus body is higher than in posterior region of of it. In case of 20 days starvation of fishes infected with cestodes the rate of protein in different regions of the bothriocephalus body increased 2.8 times in comparision with cestodes taken from fishes, which starvated 10 days.